



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁷ : B28D 5/00, B25B 11/00	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 00/26000 (43) Date de publication internationale: 11 mai 2000 (11.05.00)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/02658 (22) Date de dépôt international: 29 octobre 1999 (29.10.99) (30) Données relatives à la priorité: 98/13660 30 octobre 1998 (30.10.98) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES [FR/FR]; Parc Technologique des Fontaines, Chemin des Franques, F-38190 Bernin (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): LAMURE, Jean-Michel [FR/FR]; Hameau de l'Eglise, F-38420 Saint-Jean-le-Vieux (FR). LISSALDE, François [FR/FR]; 6, rue des Bleuets, F-38180 Seyssins (FR). (74) Mandataires: MARTIN, Jean-Jacques etc.; Cabinet Regim- beau, 26, avenue Kléber, F-75116 Paris (FR).		(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i> <i>Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des</i> <i>revendications, sera republiée si des modifications sont</i> <i>reçues.</i>
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SEPARATING INTO TWO SLICES A WAFER OF MATERIAL, IN PARTICULAR SEMICONDUCTOR MATERIAL		
(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF POUR SEPARER EN DEUX TRANCHES UNE PLAQUE DE MATERIAU NOTAMMENT SEMI-CONDUCTEUR		
(57) Abstract		
<p>The invention concerns a method for separating into two slices a semiconductor material wafer comprising steps which consist in: exerting on at least one of the slices a deformation stress capable of causing in one wafer (1) zone, the slices (2, 4) to be separated with respect to each other at a fragilization plane; and exerting on the slices (2, 4) a guided spacing movement. The invention also concerns a device (100) for implementing said method, comprising gripping means (30, 32) capable of exerting said deformation stress and said spacing. The device comprises guiding means (14) whereon is mounted the first gripping member (32), said guiding means being a single-piece linking member forming a deformable parallelogram.</p>		
(57) Abrégé		
<p>L'invention concerne la séparation en deux tranches d'une plaque de matériau semiconducteur ou similaires au moyen d'un procédé, qui comprend les étapes consistant à exercer sur au moins l'une des tranches une sollicitation de déformation apte à provoquer dans une zone de la plaque (1), une séparation des tranches (2, 4) l'une par rapport à l'autre au niveau d'un plan de fragilisation; et à exercer sur les tranches (2, 4) un mouvement d'écartement guidé. Le dispositif (100) pour la mise en oeuvre de ce procédé comprend des moyens de préhension (30, 32) aptes à exercer ladite sollicitation de déformation et ledit écartement. Le dispositif comprend un moyen de guidage (14) sur lequel le premier organe de préhension (32) est monté, ledit moyen de guidage étant un organe de liaison monobloc constituant un parallélogramme déformable.</p>		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR SEPARER EN DEUX TRANCHES UNE PLAQUE DE MATERIAU NOTAMMENT SEMI-CONDUCTEUR

L'invention concerne d'une façon générale le domaine du traitement
5 de matériaux, et plus précisément ceux destinés à la fabrication de
substrats pour l'électronique, l'optique ou l'optoélectronique, ou encore la
fabrication de microsystèmes. En particulier, l'invention concerne un
procédé et un dispositif pour effectuer des opérations de séparation selon
des plans de fragilisations dans de tels substrats, de manière contrôlée et
10 précise.

Plus précisément encore, elle concerne un procédé et un dispositif
pour disjoindre, selon un plan de séparation, deux tranches initialement
accolées l'une à l'autre avec des degrés variables de cohésion mécanique.

Un procédé connu de fabrication de substrats SOI (Silicon On
15 Insulator pour silicium sur isolant) comprend une étape d'implantation
ionique à une profondeur donnée dans une tranche de silicium
monocristallin, une étape de fixation de cette tranche sur un raidisseur tel
que du silicium éventuellement oxydé en surface, puis une étape destinée à
assurer au moins partiellement une fracture selon le plan de fragilisation
20 définie au niveau de la couche d'ions implantés. (Dans certains cas, si les
épaisseurs des deux parties de la tranche de silicium monocristallin situées
de part et d'autre du plan de fragilisation sont suffisamment grandes pour
présenter en elles-mêmes un minimum de tenue mécanique, l'étape de
fixation sur un raidisseur est omise).

25 Dans ce type de procédé, que la fracture soit complète ou partielle,
les deux tranches restent dans la pratique collées l'une à l'autre (par simple
effet de ventouse dans le cas où la fracture a été totale), et il demeure
nécessaire d'effectuer leur séparation, pour obtenir d'une part le substrat
SOI final, qui subira ensuite le cas échéant certains traitements de finition,
30 et d'autre part le reliquat du silicium monocristallin, qui pourra être recyclé
dans le procédé.

Une telle séparation doit naturellement être conduite avec les plus
grandes précautions, pour assurer un décollement des deux tranches, avec

si nécessaire l'achèvement de la fracture, sans risquer de détériorer les deux tranches.

Cette opération est en général effectuée manuellement, par un opérateur particulièrement expérimenté, par exemple en introduisant dans le chant de la plaque, à la hauteur du plan de séparation, une lame acérée ou analogue permettant, par effet de coin, d'assurer le décollement. Cette opération risque d'induire des chocs ou frottements entre les faces en vis-à-vis des deux tranches, et donc de les détériorer. En outre, cette opération manuelle est longue et fastidieuse, et les cadences de production en sont largement tributaires. Enfin, notamment dans le cas où la fracture entre les deux tranches doit être terminée par le processus de séparation lui-même, les sollicitations apportées à la plaque doivent être particulièrement importantes, et l'opération manuelle précitée devient inadaptée, voire dangereuse.

La présente invention vise donc à proposer un procédé et un dispositif qui permettent de réaliser une telle séparation d'une manière rapide, fiable et reproductible, et qui en outre évitent tout contact ou frottement entre les tranches alors qu'elles sont en cours de séparation, et donc tout risque de rayure ou de dépôt de particules sur les faces actives desdites tranches.

Un autre objet de l'invention est de pouvoir effectuer une séparation entre des tranches dont le degré de cohésion mécanique est extrêmement variable, et en particulier entre lesquelles la fracture macroscopique est seulement partielle, sans toutefois avoir à exercer sur la plaque des sollicitations démesurées.

Ainsi, selon un premier aspect, la présente invention propose un procédé pour séparer en deux tranches une plaque de matériau destiné à la fabrication de substrats pour l'électronique, l'optique ou l'opto-électronique ou à la fabrication de microsystèmes, lesdites tranches étant situées de part et d'autre d'un plan de fragilisation, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- exercer sur au moins l'une des tranches une sollicitation de déformation apte à provoquer dans une zone de la plaque, une séparation

des tranches l'une par rapport à l'autre au niveau dudit plan de fragilisation ;
et

- exercer sur les tranches un mouvement d'écartement guidé.

Grâce à l'invention, en exerçant un effort de déformation, il est possible d'amorcer dans une zone localisée de la plaque, au niveau du plan
5 de fragilisation, une onde de séparation. Celle-ci peut se propager sur toute l'étendue du plan de fragilisation soit dès que la déformation est appliquée, soit lorsque le mouvement d'écartement des deux tranches est commencé, mais dans tous les cas d'une façon extrêmement rapide et sans que des
10 efforts de séparation importants doivent être appliqués.

En effet, si l'on exerçait une traction de part et d'autre des tranches, sur toute leur surface et sans amorçage localisé de la séparation, il faudrait intégrer la force nécessaire à la séparation sur toute la surface, ce qui aboutirait à une force considérable.

Par contre, selon le procédé de l'invention, l'effort à appliquer pour l'écartement proprement-dit est extrêmement limité, ce qui permet d'effectuer cet écartement selon une trajectoire extrêmement bien contrôlée, sans risque de choc ou frottement entre les surfaces séparées, ce qui est particulièrement important lorsque ces surfaces deviendront des
20 surfaces actives, dont les exigences de qualité (pureté, géométrie, etc.) sont particulièrement critiques.

Avantageusement, l'amorçage de la séparation est réalisé en exerçant principalement une contrainte, à proximité d'un bord (ou du bord, lorsque la plaque a une forme de disque), sur au moins l'une des faces de
25 la plaque et non pas sur le flanc de celle-ci, même si selon certaines variantes de l'invention il sera aussi possible de combiner l'application de contraintes sur les faces et sur le flanc.

Ainsi, conformément à un autre but de l'invention, celle-ci permet de séparer les tranches au niveau d'un plan de fragilisation unique et bien
30 déterminé.

On entend, dans ce texte, par « plan de fragilisation », une zone de matériau obtenue par un traitement particulier de ce dernier, et qui s'étend sur une certaine épaisseur perpendiculairement audit plan. Un tel

traitement peut comprendre une implantation d'espèces atomiques, la réalisation d'un matériau poreux, etc. Dans tous les cas, il s'agit d'un traitement ayant permis, dans cette zone, de modifier la structure du matériau ou de réaliser une structure particulière de matériau, de manière à ce que la séparation par le procédé, et/ou le dispositif, selon l'invention, s'effectue préférentiellement dans cette zone. Ce plan peut ne pas être un plan cristallin au sens strict du terme et la séparation peut intervenir, au gré des irrégularités du matériau, s'étendre, dans la direction perpendiculaire audit plan, à plusieurs plans cristallins.

- 10 Des aspects préférés du procédé selon l'invention sont les suivants :
- l'étape de sollicitation de déformation comprend l'application d'une succion sur au moins l'une des tranches dans une région s'étendant localement à proximité d'un bord de la plaque ;
 - l'étape de sollicitation de déformation comprend l'application d'une
15 succion sur au moins l'une des tranches dans une région s'étendant de la proximité d'un bord de la plaque au centre de celle-ci ; avantageusement dans ce cas, la succion est appliquée à l'aide d'un moyen de préhension dont la rigidité est supérieure à celle des tranches à séparer ;
 - la déformation se produit avantageusement par application d'une
20 force sur une zone de la plaque, située entre au moins deux points d'appui rigidement solidaires l'un de l'autre ; avantageusement l'amplitude de la déformation dans la direction perpendiculaire aux surfaces principales de la plaque est inférieure à 1 mm et préférentiellement inférieure à 500 μm ; cette caractéristique permet de contrôler et limiter les déformations des
25 tranches et les défauts qui pourraient en résulter ;
 - l'étape de sollicitation de déformation est avantageusement apte à provoquer une contrainte de cisaillement dans au moins une région du plan de fragilisation ; avantageusement, cette déformation s'effectue par une courbure de la plaque selon une direction perpendiculaire à la surface de
30 celle-ci ;
 - l'étape d'écartement comprend le déplacement d'un moyen apte à appliquer ladite succion, selon une direction généralement transversale au plan de la plaque ;

- l'étape d'écartement consiste en un déplacement d'au moins l'une des tranches par translation sans rotation ;

- l'étape d'écartement consiste en un déplacement d'au moins l'une des tranches par translation accompagnée d'une rotation ;

5 - le procédé comprend en outre une étape de libération d'au moins l'une des tranches par suppression de la succion ;

- le procédé comprend en outre une étape d'application d'une contrainte apte à favoriser la séparation ;

- ladite application d'une contrainte est comprise dans le groupe
10 comprenant l'application d'un gradient thermique, l'application d'une vibration mécanique, l'application d'une attaque chimique, l'application d'une contrainte de cisaillement et l'application d'un flux de fluide à vitesse élevée..

Si la contrainte apte à favoriser la séparation, est une contrainte de
15 cisaillement, celle-ci peut être obtenue par traitement thermique, lorsque les matériaux de part et d'autre du plan de fragilisation, n'ont pas le même coefficient de dilatation thermique ou que ces matériaux n'ont pas la même température. Elle peut également être obtenue par déformation de la plaque, telle qu'une déformation tendant à donner à cette plaque une forme
20 bombée, autour d'une calotte allongée.

La contrainte apte à favoriser la séparation peut correspondre à une combinaison des contraintes précitées, de manière simultanée ou décalée dans le temps.

La sollicitation de déformation et la contrainte apte à favoriser la
25 séparation peuvent être de même nature et correspondre à une opération unique.

Selon un second aspect, l'invention propose un dispositif de séparation en deux tranches d'une plaque de matériau notamment semi-conducteur, lesdites tranches étant situées de part et d'autre d'un plan de
30 fragilisation, caractérisé en ce qu'il comprend :

un moyen de retenue de la plaque au niveau d'une première tranche,

un moyen de sollicitation apte à exercer au moins sur la seconde tranche une sollicitation de déformation de la plaque, et

un moyen pour écarter les tranches l'une de l'autre selon une trajectoire prédéterminée.

Des aspects préférés, mais non limitatifs, du dispositif selon l'invention sont les suivants :

- 5 - le moyen de sollicitation et le moyen d'écartement sont constitués par un même organe de préhension ;
 - ledit organe de préhension possède un moyen de succion ;
 - l'organe de préhension comprend un élément généralement plan dont une face tournée vers ladite tranche possède au moins une cavité à
 - 10 dépression ; -
 - il est prévu une cavité à dépression unique qui présente une forme généralement allongée et qui est apte à s'étendre entre une région de bord de la plaque et une région centrale de la plaque ;
 - le moyen de retenue est constitué par un second organe de
 - 15 préhension s'étendant sensiblement parallèlement au premier organe de préhension ;
 - le dispositif comprend en outre un moyen de guidage sur lequel la premier organe de préhension est monté ;
 - le dispositif comprend en outre un moyen pour solliciter
 - 20 élastiquement le premier organe de préhension pour l'écarter du second organe de préhension ;
 - le dispositif comprend en outre des moyens d'actionnement manuel aptes à solliciter le premier organe de préhension à l'encontre de ladite sollicitation élastique et rapprocher l'un de l'autre les deux organes de
 - 25 préhension ;
 - le moyen de guidage et le moyen de sollicitation élastique sont constitués par un même organe ;
 - ledit organe est un organe de liaison monobloc constituant un parallélogramme déformable ;
 - 30 - le dispositif comprend en outre des moyens pour sélectivement supprimer la succion ;

D'autres aspects, buts et avantages du procédé et du dispositif selon l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un premier exemple de
5 dispositif de séparation selon l'invention,

la figure 2a est une vue en élévation d'un ensemble d'une partie de préhension du dispositif de la figure 1 et d'une plaque à séparer en deux tranches,

la figure 2b est une vue en coupe transversale de l'ensemble de la
10 figure 2a,

la figure 2c est une vue en perspective de l'ensemble des figures 2a et 2b,

la figure 3a est une vue en perspective d'une pièce formant parallélogramme déformable pouvant équiper le dispositif de la figure 1,

15 la figure 3b est une représentation schématique de ce parallélogramme déformable dans une première position,

la figure 3c est une représentation schématique de ce parallélogramme déformable dans une seconde position,

la figure 4a est une vue partielle en coupe selon un plan longitudinal
20 médian de deux organes de préhension situés de part et d'autre d'une plaque lors de l'amorçage d'une séparation,

la figure 4b est une vue partielle en coupe selon un plan transversal aux organes de préhension, dans la même situation,

la figure 5 représente schématiquement la propagation d'une onde
25 de séparation dans la plaque, et

la figure 6 est une vue schématique en perspective d'une deuxième forme de réalisation d'un dispositif selon l'invention.

On va maintenant décrire en détail l'invention dans le contexte non limitatif d'une plaque 1 formée par l'assemblage, selon la technique dite du
30 « wafer bonding », d'une tranche de silicium dans laquelle une implantation ionique a été effectuée pour y créer un plan de fragilisation, et d'un raidisseur par exemple en silicium, la tranche de silicium et/ou le raidisseur étant par exemple oxydé en surface au niveau de sa face de liaison.

Typiquement, une telle plaque présente un diamètre de 200 mm et une épaisseur de 1500 μ m, répartie en général par moitiés entre la tranche de silicium implanté et le raidisseur. Cette plaque comporte deux faces principales 3 et 3' et possède en son sein, au niveau de la profondeur d'implantation dans la tranche de silicium, un plan de fragilisation 6 qui délimite deux tranches 2, 4 à séparer, situées de part et d'autre de ce plan (voir figures 4a et 4b).

En référence à la figure 1, un dispositif de séparation selon l'invention se présente sous la forme d'un article portable du type pistolet ou pince 100 qui comprend pour l'essentiel un corps principal 10 à partir duquel font saillie deux branches constituant deux organes de préhension 30, 32, et une poignée 30 pourvue d'une gâchette 40, d'un organe de réglage d'écartement 60 et d'un bouton poussoir de libération 62, dont on décrira les fonctions plus loin. Cette pince 100 est reliée par deux tubes d'aspiration 50, 52 à une pompe à vide (non représentée).

La poignée 30 permet à un opérateur de tenir la pince 100 dans une main. Avec cette même main, l'opérateur peut, grâce à la gâchette 40, contrôler le mouvement des organes de préhension 30, 32 comme on le décrira en détail plus loin.

Chacun des organes de préhension 30, 32 est destiné à adhérer par succion sur une face respective 3, 3' de la plaque 1, en réalisant grâce à la pompe à vide une dépression entre ces organes 30, 32 et lesdites faces 3, 3', cette dépression étant suffisante pour exercer, comme on le verra plus loin, des sollicitations autorisant la séparation des deux tranches.

Le corps de pince 10, qui est solidaire de la poignée 30, reçoit de façon fixe l'un 30 des deux organes de préhension. L'autre organe de préhension 32 est relié au corps 10 par l'intermédiaire d'une première pièce de liaison 22, d'une pièce monobloc 14 formant parallélogramme déformable et d'une seconde pièce de liaison 20.

On va maintenant décrire en détail en référence aux figures 2a à 2c l'organe de préhension 30, sachant que l'autre organe 32 est ici conçu de préférence identiquement.

L'organe de préhension 30 est un élément généralement plan et mince, de contour en forme générale de « U », et s'allongeant à partir du corps de pince 10, et possède au niveau d'une face intérieure, c'est-à-dire tournée vers l'autre organe, une cavité à dépression 35, dont le contour est
5 généralement ovale et inscrit dans le contour de l'organe 30. Préférentiellement, cette cavité a une forme de canal fermé à chacune de ses extrémités par une paroi courbe concave. La zone du plan de l'organe de préhension 30 destiné à venir au contact de l'une des surfaces principales de la plaque 1, et correspondant à la surface libre de ce canal
10 s'étend d'une région localement située au bord de la plaque 1 à la région centrale de la plaque 1. La plaque 1, lorsqu'elle est en prise avec de l'organe de préhension 30, repose sur le pourtour de ce canal qui constitue un ensemble de points d'appui, qui du fait de la rigidité de l'organe de préhension 30, sont rigidement solidaires les uns des autres.

15 Un orifice de mise sous vide 36 débouche dans la cavité d'aspiration 35 au voisinage de l'extrémité de celle-ci la plus proche du corps de pince 10, et communique avec un conduit de mise sous vide 37 noyé dans l'organe de préhension 30 et débouchant à son extrémité opposé sur le bord de l'élément 30 adjacent au corps 10. Ce conduit 37 est relié au
20 flexible 50 de mise sous vide de façon non visible sur la figure 1. Un clapet (également non visible) est interposé sur le trajet de vide et apte à être actionné par le bouton poussoir pour sélectivement effectuer une mise à l'air de la cavité 35 (ainsi de la cavité correspondante de l'autre organe 32), à des fins expliquées plus loin.

25 Lorsque la cavité d'aspiration 35 est mise en dépression, la plaque a tendance à se déformer et à s'incurver dans la cavité d'aspiration 35 entre les points d'appui correspondant au pourtour de la cavité d'aspiration 35. La plaque 1 étant généralement d'une certaine rigidité, cette déformation peut éventuellement se propager dans toute la plaque donnant à celle-ci
30 une légère courbure ayant principalement une forme bombée, autour d'une calotte allongée correspondant à la zone obturant la cavité 35. Cette déformation macroscopique de la plaque 1 peut s'accompagner de

contraintes favorisant la séparation des tranches (2,4) au niveau du plan de fragilisation.

Alors que l'organe de préhension 30 est fixé rigidement sur l'extrémité avant du corps de pince 10, l'organe de préhension 32 est quant
5 à lui déplaçable en étant fixé, par l'intermédiaire d'une pièce de support 22, à l'extrémité libre 19 de la pièce 14 formant parallélogramme déformable, que l'on va maintenant décrire en référence aux figures 3a à 3c. On notera ici que le conduit de vide débouchant dans la cavité à dépression de l'organe 32 est relié au flexible 52 de façon à autoriser les déplacements
10 dudit organe 32.

La pièce 14 présente un contour de forme générale parallélépipedique et comprend deux bras longitudinaux 16 parallèles entre eux, qui relie entre elles les deux parties d'extrémités 17, 19 de ladite pièce au niveau de quatre articulations 18 formées ici par des parties
15 amincies desdits bras. Il s'agit ainsi d'une pièce monobloc, dont le matériau est choisi pour assurer une déformabilité élastique appropriée au niveau des articulations. Les amincissements formant les articulations 18 sont définis entre deux évidements sensiblement semi-circulaires situés en vis-à-vis dans les faces latérales des bras 16 de façon adjacente aux parties
20 d'extrémités 17, 19, en vis à vis, pour ainsi définir des axes privilégiés d'articulation qui, sur la représentation de la figure 3a, sont orientés verticalement.

On définit ainsi un parallélogramme dont les deux grands côtés sont formés par les bras 16, 16, ce parallélogramme étant déformable dans un
25 plan perpendiculaire aux plans des organes de préhension 30, 32 et parallèle aux axes longitudinaux de ces organes.

L'extrémité avant 19 de la pièce 14 est encastrée rigidement dans la pièce de liaison 22 qui porte l'organe de préhension mobile 32, tandis que son extrémité arrière est encastrée rigidement de la pièce de liaison 20, elle
30 même rigidement fixée sur le corps de pince 10.

On comprend donc que le mouvement de la pièce 22, et donc de l'organe de préhension mobile 32, s'effectue lors de la déformation du

parallélogramme de telle sorte que le parallélisme entre les organes de préhension 30 et 32 est conservé aussi rigoureusement que possible.

Ainsi les figures 3b et 3c montrent schématiquement les déplacements de la partie 22, et de l'organe de préhension 32, respectivement dans une position espacée où les deux organes de préhension 30, 32 délimitent entre eux un interstice d'une largeur supérieure à l'épaisseur d'une plaque à séparer, et dans une position rapprochée, où les deux organes de préhension 30, 32 délimitent entre eux un interstice d'une largeur inférieure à l'épaisseur de la plaque.

Il est à observer ici que la pièce 14 joue également, dans le présent exemple, le rôle d'un moyen élastique, en étant réalisée en un matériau, tel qu'une matière plastique relativement rigide ou un métal, présentant une élasticité bien déterminée. La pièce est en outre conçue pour que sa forme au repos soit celle qui correspond à la figure 3b, et qu'une sollicitation pour l'amener dans la position illustrée sur la figure 3c engendre en son sein des contraintes de rappel élastique tendant à la ramener vers la position de la figure 3b.

La pince est également équipée de moyens de renvoi d'efforts, non représentés, qui transmettent à la pièce de liaison 22 un effort de pression exercé sur la gâchette 40 de manière à déplacer l'ensemble illustré sur les figures 3a et 3b de la position de la figure 3b vers celle de la figure 3c.

Ces moyens comprennent par exemple une tringlerie appropriée ou un dispositif de transmission d'efforts à came ou à rampe.

Le bouton de réglage 60, comprenant par exemple une molette à vis définissant une butée de fin de course, permet de régler à volonté l'amplitude des mouvements de l'organe de préhension 32. Plus précisément, cette butée est destinée à s'opposer de façon réglable au mouvement de retour de la position de la figure 3c vers la position de la figure 3b, pour ainsi déterminer, en l'absence de pression sur la gâchette 40, la dimension de l'interstice entre les organes de préhension 30, 32 occupant leur position écartée. Ceci permet en particulier de bien adapter l'outil à l'intervalle entre des plaques adjacentes 1 reçues dans un panier

commun et destinées à être saisies les unes après les autres pour effectuer la séparation, cet intervalle pouvant varier selon le type de panier.

On va maintenant expliquer en détail en référence aux figures 4a, 4b et 5 l'utilisation et le comportement de la pince de séparation telle que
5 décrite ci-dessus pour séparer une plaque 1 en deux tranches.

La pompe à vide est tout d'abord mise en route pour appliquer un vide aux conduits 50 et 52.

En premier lieu, alors que la pince occupe une position de repos où aucun effort n'est appliqué à la gâchette 40, c'est-à-dire où les organes de
10 préhension occupent leur position espacée, la pince est amenée au droit d'une plaque à séparer, contenue dans un organe de support tel qu'un panier, de manière à ce que lesdits organes 30, 32 se trouvent de part et d'autre de cette plaque et surtout que les cavités 35 de ces deux organes occupent par rapport à la plaque une position voisine de celle illustrée sur
15 les figures 2a à 2c, c'est-à-dire où les extrémités proximales des cavités 35 se situent légèrement en retrait (typiquement de quelques millimètres à un centimètre environ) du bord de la plaque.

On notera ici que cet organe de support peut posséder des aménagements (butées ou analogues) permettant l'indexation de la position
20 des organes 30, 32 par rapport à la plaque, de façon à assurer de façon reproductible le positionnement mutuel de la plaque et des organes 30, 32.

On notera également que la forme de la pince, avec deux organes de préhension minces et saillants, est particulièrement bien adaptée au cas où les plaques 1 à séparer sont placées en succession dans un panier.

25 L'opérateur exerce alors une pression sur la gâchette 40, ce qui tend à rapprocher les organes de préhension 30, 32 l'un de l'autre, jusqu'à ce que ceux-ci viennent au contact des deux faces 3, 3' de la plaque. Les cavités 35 étant exposées au vide comme décrit plus haut, un effort de succion est exercé sur ces deux faces dès que les organes 30, 32 sont
30 effectivement venus en contact avec elles. Dès lors, les zones des deux faces 3, 3' de la plaque situées au droit des cavités 35 sont exposées au vide créé dans les cavités 35, vide qui exerce sur ces zones des forces F_d qui d'une part vont assurer la retenue de la plaque dans la pince, et qui

d'autre part vont tendre à déformer localement la plaque en deux directions opposées.

Il est à observer ici que la planéité des faces internes des deux organes de préhension 30, 32 autour des cavités 35 est assurée avec une
5 précision suffisante pour réaliser l'étanchéité appropriée au niveau de leur interface avec les faces respectives 3, 3' de la plaque 1.

La plaque, alors fermement tenue par la pince, peut être extraite de son support.

L'opérateur relâche alors la pression sur la gâchette 40, si bien que
10 la force de rappel élastique exercée par la pièce 14 tend à solliciter les deux faces de la plaque avec des forces d'écartement F_e selon deux directions opposées essentiellement perpendiculaires au plan de la plaque.

Les forces de déformation F_d et d'écartement F_e précitées se combinent de la façon suivante : tout d'abord, dès la venue en contact des
15 organes de préhension avec les deux faces de la plaque, les forces de déformation, du fait de la forme des cavités, tendent à former dans les deux tranches une convexité selon un axe équivalent de rotation qui s'étend sensiblement le long du grand axe médian de chaque cavité 35. Une telle sollicitation, en s'exerçant à proximité d'un bord de la plaque, permet de
20 créer au niveau de plan de fragilisation 6 une séparation localisée (région 0) définissant un interstice I (de hauteur exagérée sur les figures 4a et 4b par souci de clarté) débouchant sur le bord adjacent de la plaque, ce qui permet de réaliser dans de bonnes conditions l'ouverture de cet interstice. Ensuite, lorsque la gâchette 40 est libérée, les forces d'écartement F_e exercées par
25 les organes de préhension vont provoquer dans la plaque une onde de séparation, pour finalement propager la séparation à partir de la séparation localisée 0 sur toute l'étendue du plan de fragilisation de la plaque. Cette onde de séparation S, illustrée sur la figure 5, se propage à partir d'une zone d'origine O où la séparation a été commencée par les forces de
30 déformation.

Au cours de cette propagation, l'effort exercé par la pièce 14, qui tend à séparer encore davantage les organes de préhension tout en conservant leur parallélisme, assure un décollement progressif des deux

tranches de la plaque sans que les faces en vis-à-vis de ces tranches ne soient susceptible de venir à nouveau en contact l'une avec l'autre, pour ainsi éviter de façon fiable tout choc ou frottement susceptible de détériorer la qualité de surface desdites faces.

- 5 On observera ici que le moment exact auquel l'onde de séparation se propage peut varier. Ainsi cette onde peut se propager, comme décrit ci-dessus, au moment où l'opérateur relâche la pression sur la gâchette 40, ou bien (selon notamment la taille et la géométrie des cavités) dès le moment où les organes de préhension sont arrivés en contact avec les faces
- 10 homologues de la plaque pour y exercer les efforts de déformation, ou encore de façon répartie entre ces deux phases.

On va maintenant décrire d'autres formes de réalisation possibles de la présente invention.

- Ainsi, sur la figure 6 est représenté une seconde forme de réalisation
- 15 de l'invention, comportant un support fixe 11 équipé dans le présent exemple de mâchoires 31 conçues pour assurer une retenue périphérique de la plaque 1 seulement sur la hauteur de la tranche inférieure 2 de la plaque 1, ou seulement sur une fraction de cette hauteur. La tranche supérieure est quant à elle assujettie à un organe de préhension 32
- 20 analogue à celui équipant la pince décrite plus haut, lui-même fixé à l'extrémité inférieure d'un bras rétractable 12 ou analogue, dont les mouvements par rapport au support 11 sont identiques aux mouvements de la pièce 22 de la pince de la figure 1 par rapport au corps de pince 10.

- En variante, la plaque 1 peut être retenue sur le support fixe 11 à
- 25 l'aide d'une cire, ou encore à l'aide d'un dispositif de retenue électrostatique, de façon connue en soi.

- Cette seconde forme de réalisation se prête particulièrement bien à une automatisation des opérations sur une chaîne de fabrication. On peut ainsi multiplier par exemple côte à côte une pluralité de dispositifs de
- 30 séparation, et prévoir que les bras 12 soient robotisés. L'alimentation en plaques à séparer et l'enlèvement des tranches après séparation sont alors effectués de manière automatisée grâce à des moyens d'approvisionnement et d'évacuation appropriés (cassettes, dispositifs

classiques de manipulation de plaquettes, etc.). En particulier, le ou chaque bras 12 est apte à évacuer la tranche 4 que l'organe de préhension 32 retient, après séparation, vers des sites de rangement, de stockage ou de traitement.

- 5 Dans le même esprit, la pince décrite en référence aux figures 1 à 5 peut faire partie d'un ensemble de traitement robotisé, chaque organe de préhension étant mobile en étant monté sur un bras de robot et se chargeant de déposer la tranche qu'elle retient après séparation dans un casier de réception approprié. A ce sujet, on peut prévoir de saisir la plaque
10 à séparer avec seulement l'un des organes de préhension, et appliquer seulement ensuite l'autre organe de préhension.

Bien entendu, de nombreuses variantes peuvent être apportées à l'invention.

- En premier lieu, les efforts de déformation peuvent être appliqués à
15 la plaque avec des moyens autres qu'une succion, et notamment par l'intermédiaire d'un liquide logé dans une cavité fermée par une membrane et mis en dépression. En outre, ces efforts peuvent être si nécessaire complétés par des forces d'adhésion liés à l'emploi d'un adhésif ou d'une cire entre les organes de préhension et les deux faces de la plaque.

- 20 En outre, la forme et le nombre des cavités à dépression 35, de même que la forme des organes de préhension 30, 32 peut largement varier. Ainsi l'on peut créer non pas une amorce de séparation unique au voisinage d'un bord de la plaque, mais deux ou plusieurs amorces de séparation réparties, toujours au voisinage de ce bord, voire une amorce de
25 séparation s'étendant de façon continue sur une partie au moins de la périphérie de la plaque.

Dans tous les cas, il est préférable d'engendrer un gradient de contraintes de déformation tel que ces contraintes diminuent du bord de la plaque 1 vers les zones les plus centrales de celle-ci.

- 30 En outre, le mouvement de l'organe de préhension mobile peut s'effectuer par translation pure, comme décrit plus haut, ou encore par translation combinée à une rotation, à la condition bien entendu qu'en chaque point de la plaque on réalise une séparation avec une vitesse non

nulle. On comprend donc que la composante de rotation doit se produire autour d'un axe situé à distance de la plaque, et de préférence de façon diamétralement opposée à la zone 0 d'amorce de séparation, de manière à ce que les plus grandes vitesses de séparation aient lieu à ce niveau et à ce
5 que la propagation de l'onde de séparation soit favorisée.

D'une manière plus générale, la répartition des contraintes sur les plaques 1 dépend de la forme, de la taille des tranches 2, 4 à séparer, de la nature des liaisons entre les tranches 2, 4, ainsi que du ou des lieux où l'on souhaite provoquer l'amorce de séparation.

10 Avantageusement encore, on peut associer au dispositif de l'invention divers moyens de traitement destinés à participer à la séparation ou à la favoriser.

En premier lieu, on peut combiner avec la sollicitation exercée par le dispositif de séparation un traitement qui contribue au moins partiellement à
15 la fracture au niveau du plan de fragilisation, et en particulier un traitement thermique ou un traitement chimique. Un traitement thermique peut favoriser le développement de microcavités et le clivage au niveau du plan de séparation au cours même de la mise en œuvre du dispositif de séparation. Ce dispositif est alors utilisé en appliquant les organes de
20 préhension 30, 32 sur la plaque 1 et en relâchant la sollicitation sur l'organe 32 pour que les deux organes tendent à s'écarter. Aussi longtemps que les forces de cohésion restent élevées, les deux organes 30, 32 restent en position rapprochée. Dès que le traitement thermique a assuré une fracture suffisante, la sollicitation d'écartement par les deux organes 30, 32 assiste
25 éventuellement cette fracture et écarte alors immédiatement les deux tranches séparées, ce qui en particulier évite les pertes de temps liées, dans un processus classique, au recollement des deux tranches l'une avec l'autre une fois qu'elles ont été clivées.

On combine ainsi avantageusement les étapes de fracture, de
30 séparation et d'écartement, pour simplifier le processus de fabrication.

De la même manière, un traitement par attaque chimique dans des canaux formés au niveau du plan de fragilisation peut être combiné avec la séparation selon l'invention pour simplifier là encore le processus.

Dans chacun des cas (traitement thermique par exemple en introduisant dans un four le dispositif de séparation portant la plaque, ou traitement chimique dans un bain, ou autre), les différents éléments du dispositif de séparation sont naturellement conçus pour résister à
5 l'environnement (notamment chaleur – typiquement quelques centaines de degrés Celsius – ou agent chimique) lié à ce traitement.

Par ailleurs, un tel traitement additionnel peut consister en l'application de contraintes auxiliaires favorisant la séparation. Il peut s'agir notamment de vibrations acoustiques ou ultrasoniques, d'un choc
10 thermique, etc.

Selon une autre variante encore, de la chaleur peut être appliquée à la plaque 1 par au moins un élément de préhension, et des quantités de chaleur différentes peuvent si nécessaire être apportées aux deux faces de la plaque.

15 Plus généralement, on peut avantageusement utiliser la mise en contact des deux faces de la plaque avec les organes de préhension pour appliquer à la plaque des gradients thermiques contrôlés, soit ascendants, soit descendants. En particulier, le choc thermique précité peut être exercé en utilisant des organes de préhension préalablement refroidis à une
20 température inférieure à celle de la plaque.

Un autre type de contrainte peut également être engendré en appliquant sur le chant de la plaque, au niveau où doit se former l'amorce de séparation, un flux de fluide (gaz ou liquide) à vitesse élevée, destiné à entrer dans l'interstice de séparation dès sa formation et, par les forces
25 ainsi exercées, favoriser la propagation de l'onde de séparation.

Avantageusement aussi, le dispositif de séparation selon l'invention comprend un capteur de fin de décollement entre les tranches 2, 4, par exemple un contacteur interposé sur le trajet de l'organe de préhension mobile, pour optimiser les cadences et éviter de surexposer les tranches 2,
30 4 une fois séparées aux éventuels moyens d'application de contraintes auxiliaires. Ceci permet en outre d'éviter un calibrage des durées d'application des contraintes, et d'agir de manière optimale pour chaque

plaque 1, sachant que les durées de décollement peuvent dans la pratique varier en fonction des conditions opératoires ou des lots à traiter.

Le procédé et le dispositif selon l'invention peuvent être utilisés, par exemple, mais de manière non limitative, pour la réalisation de substrats de
5 silicium sur isolant. Elle s'applique à la séparation au niveau de plans de fragilisation obtenus d'une façon tout à fait quelconque, avec ou sans traitement thermique, dans tous sortes de matériaux notamment semi-conducteurs.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour séparer en deux tranches (2, 4) une plaque (1) de
5 matériau destiné à la fabrication de substrats pour l'électronique, l'optique
ou l'opto-électronique ou à la fabrication de microsystemes, lesdites
tranches étant situées de part et d'autre d'un plan de fragilisation (6),
caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- exercer sur au moins l'une des tranches une sollicitation de
10 déformation apte à provoquer dans une zone de la plaque (1), une
séparation des tranches (2, 4) l'une par rapport à l'autre au niveau dudit
plan de fragilisation ; et
- exercer sur les tranches (2, 4) un mouvement d'écartement guidé.

15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la
déformation se produit par application d'une force sur une zone de la plaque
(1) située entre au moins deux points d'appuis rigidement solidaires l'un de
l'autre.

20 3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le
fait que l'étape de sollicitation de déformation comprend l'application d'une
suction sur au moins l'une des tranches (2, 4) dans une région s'étendant
localement à proximité d'un bord de la plaque (1).

25 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé
en ce que l'étape de sollicitation de déformation comprend l'application
d'une suction sur au moins l'une des tranches (2, 4) dans une région
s'étendant de la proximité d'un bord de la plaque (1) jusqu'au centre de
celle-ci.

30

5. Procédé selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce
que l'étape d'écartement comprend le déplacement d'un moyen (32) apte à

appliquer ladite succion, selon une direction généralement transversale au plan de la plaque (1).

5 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape d'écartement consiste en un déplacement d'au moins l'une des tranches (2, 4) par translation sans rotation.

10 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'étape d'écartement consiste en un déplacement d'au moins l'une des tranches (2, 4) par translation accompagnée d'une rotation.

15 8. Procédé selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape de libération d'au moins l'une des tranches (2, 4) par suppression de la succion.

20 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre simultanément à un traitement de fracture selon le plan de fragilisation et/ ou une étape d'application d'une contrainte apte à favoriser la séparation.

25 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que ladite application de contrainte est comprise dans le groupe comprenant l'application d'un gradient thermique, l'application d'une vibration mécanique, l'application d'une attaque chimique, l'application d'une contrainte de cisaillement et l'application d'un flux de fluide à vitesse élevée.

30 11. Dispositif de séparation en deux tranches (2, 4) d'une plaque (1) de matériau notamment semi-conducteur, lesdites tranches (2, 4) étant situées de part et d'autre d'un plan de fragilisation (6), caractérisé en ce qu'il comprend :

un moyen (30 ; 31) de retenue de la plaque (1) au niveau d'une première tranche,

un moyen de sollicitation (30, 32) apte à exercer au moins sur la seconde tranche une sollicitation de déformation dans au moins une région de la plaque (1), et

un moyen (40, 14) pour écarter les tranches (2, 4) l'une de l'autre
5 selon une trajectoire prédéterminée.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que le moyen de sollicitation et le moyen d'écartement sont constitués par un même organe de préhension (32).

10

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit organe de préhension (32) possède un moyen de succion (35).

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que
15 l'organe de préhension (32) comprend un élément généralement plan dont une face tournée vers ladite tranche possède au moins une cavité à dépression (35).

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il est
20 prévu une cavité à dépression unique (35) qui présente une forme généralement allongée et qui est apte à s'étendre entre une région de bord de la plaque (1) et une région centrale de la plaque (1).

16. Dispositif selon l'une des revendications 14 et 15, caractérisé
25 en ce que la cavité à dépression 35 est apte à déformer la plaque 1 de manière à tendre à lui donner une forme bombée, autour d'une calotte allongée.

17. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 16, caractérisé
30 en ce que le moyen de retenue (30, 31) est constitué par un second organe de préhension (30) s'étendant sensiblement parallèlement à un premier organe de préhension.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un moyen de guidage (14) sur lequel le premier organe de préhension (32) est monté.

5 19. Dispositif selon l'une des revendications 17 et 18, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un moyen (14) pour solliciter élastiquement le premier organe de préhension pour l'écarter du second organe de préhension.

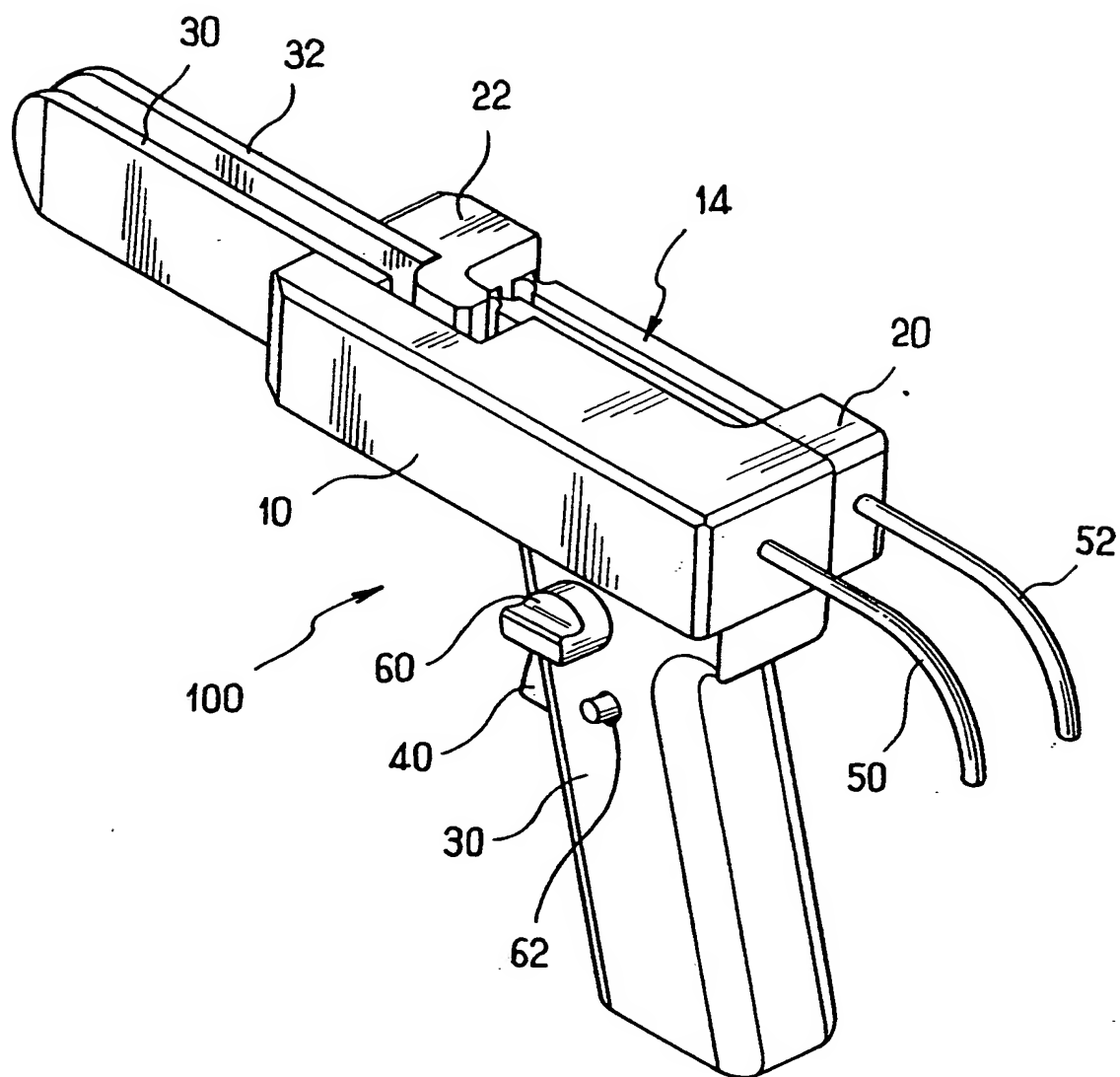
10 20. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens d'actionnement manuel (40) aptes à solliciter le premier organe de préhension à l'encontre de ladite sollicitation élastique et rapprocher l'un de l'autre les deux organes de préhension.

15 21. Dispositif selon la revendication 18 prise en combinaison avec l'une des revendications 19 et 20, caractérisé en ce que le moyen de guidage et le moyen de sollicitation élastique sont constitués par un même organe (14).

20 22. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que ledit organe (14) est un organe de liaison monobloc constituant un parallélogramme déformable.

25 23. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 22, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (62) pour sélectivement supprimer la succion.

1 / 5

FIG.1

2 / 5

FIG. 2a

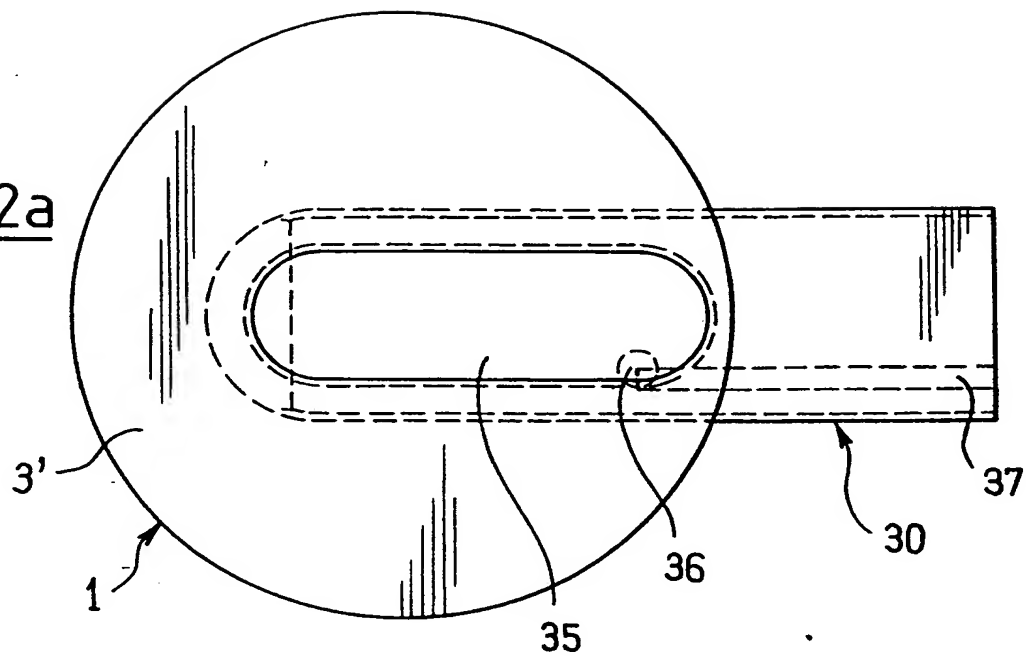


FIG. 2b

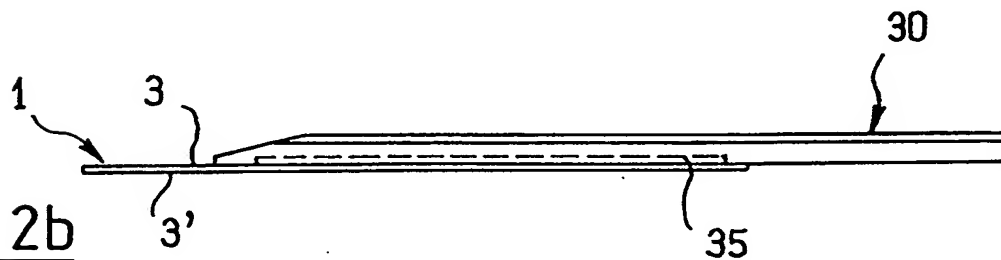
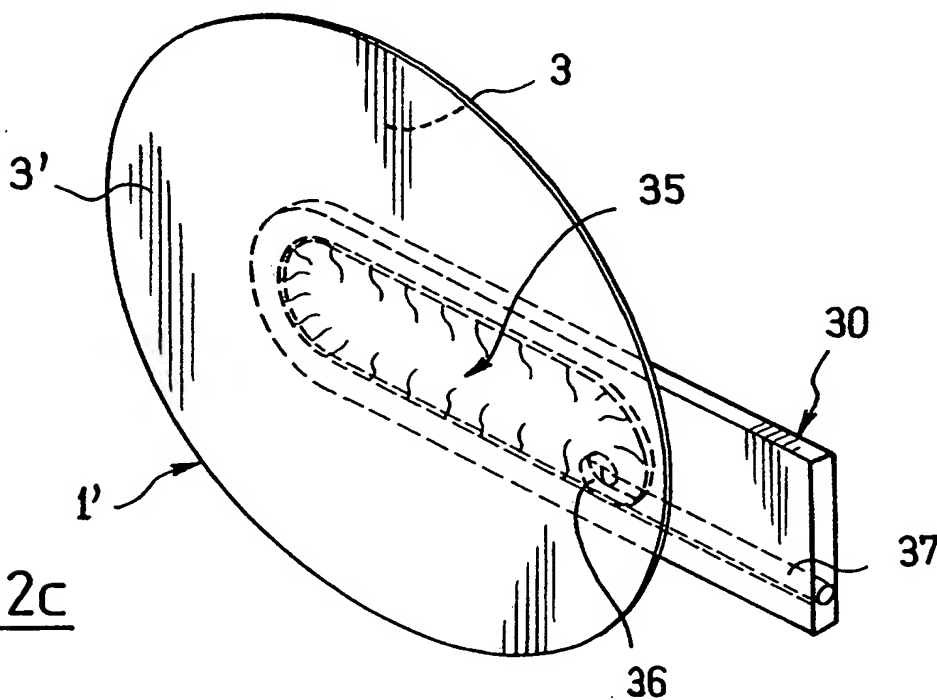
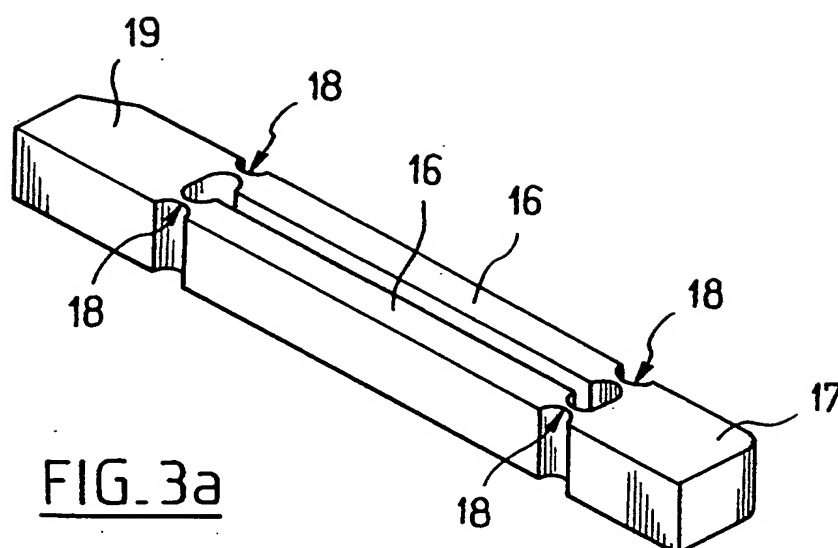
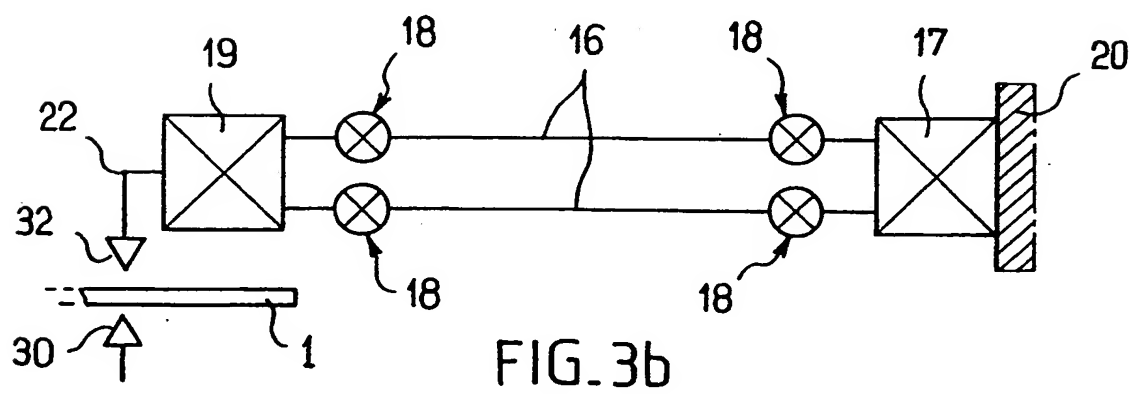
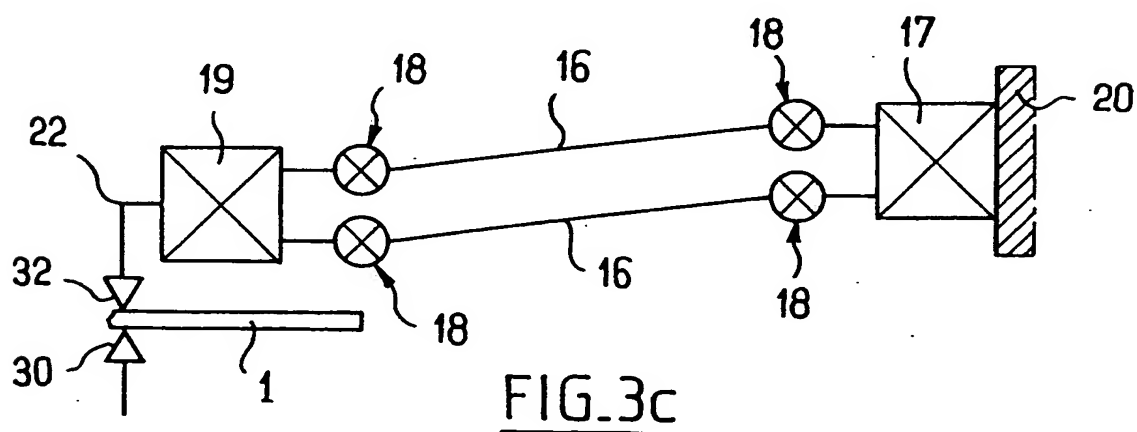
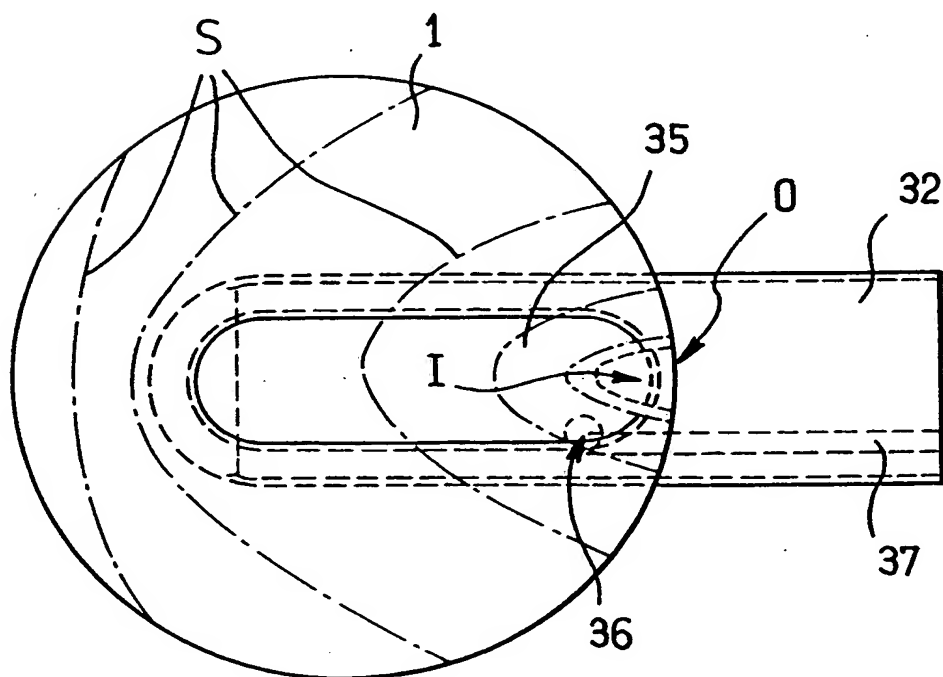
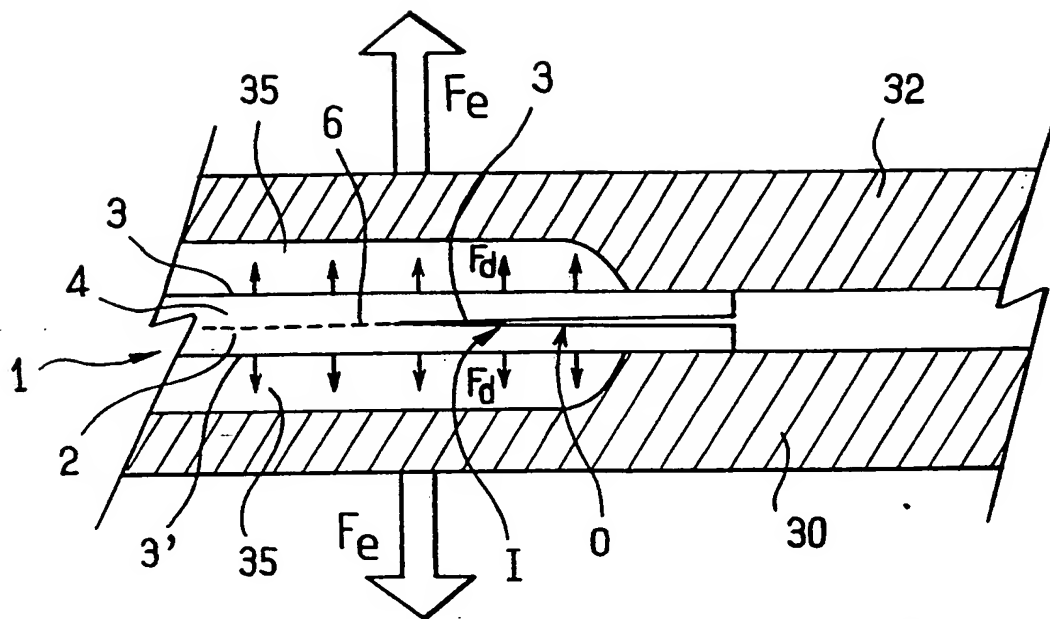


FIG. 2c



3 / 5

FIG. 3aFIG. 3bFIG. 3c



5 / 5

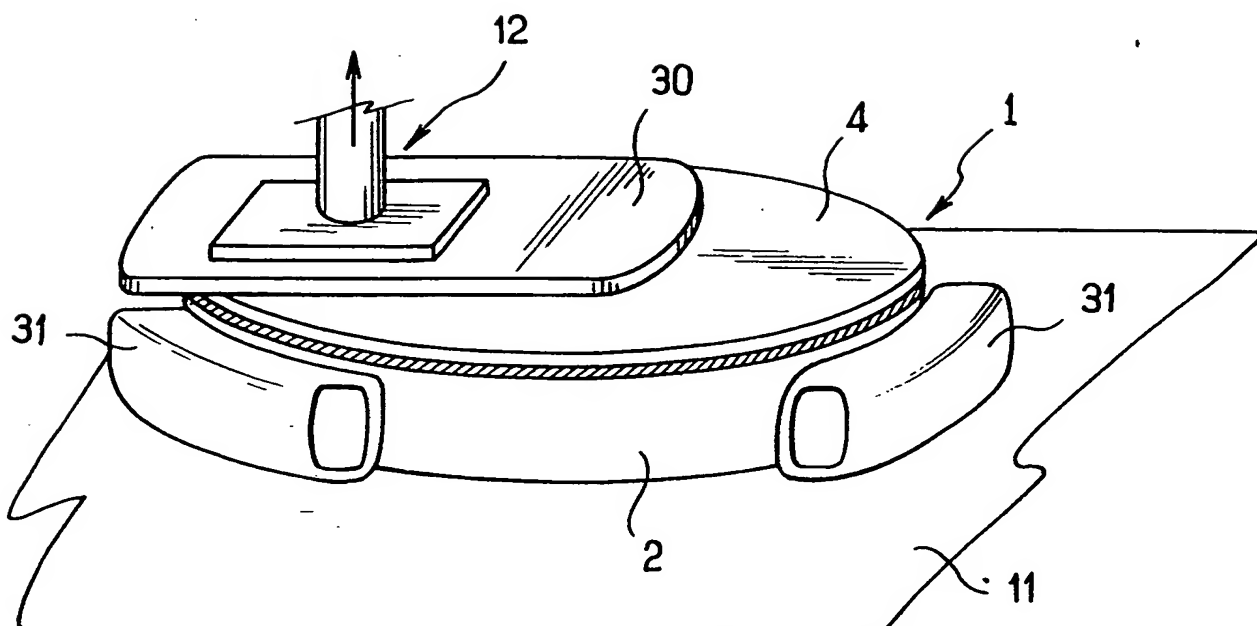


FIG. 6

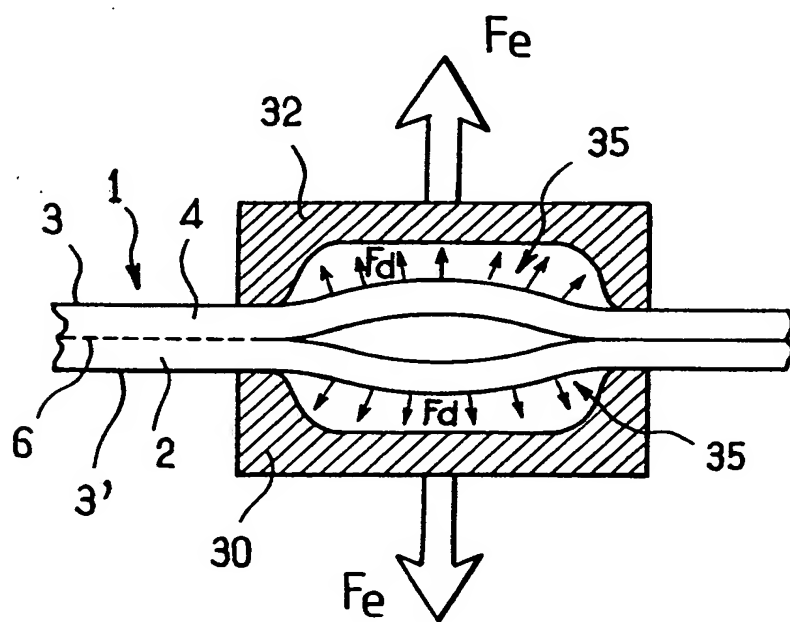


FIG. 4b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 99/02658

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B28D5/00 B25B11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B28D B25B H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 233 020 C (F. LILIENTHAL ET AL) page 2, line 96 - line 108; figure 3 ---	1,2,6,8, 9,11
X	DE 225 569 C (F. LILIENTHAL ET AL) page 1, line 35 - line 63; claims 1-3 ---	1,2,9-13
X	US 4 184 472 A (J.S.J. BENEDICTO ET AL) 22 January 1980 (1980-01-22) column 2, line 61 - column 5, line 5; figures ---	1,2,6, 8-19,23
X	GB 2 124 547 A (PENRHYN QUARRIES LTD) 22 February 1984 (1984-02-22) page 2, line 63 - line 86 page 3, line 56 - line 57 figures 1,2 ---	11-20,23
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 February 2000

Date of mailing of the international search report

24/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Moet, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 99/02658

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 651 385 A (I. KOBAYASHI) 21 March 1972 (1972-03-21) column 2, line 31 - line 35	1, 10
A	DE 883 875 C (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG) claims 1,2	10
A	US 5 580 112 A (D.E. LIN ET AL) 3 December 1996 (1996-12-03)	
A	BRUEL M ET AL: "SMART-CUT: A NEW S.O.I. MATERIAL TECHNOLOGY BASED ON HYDROGEN IMPLANTATION AND WAFER BONDING" INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID STATE DEVICES AND MATERIALS, vol. CONF. 1996, 1 January 1996 (1996-01-01), pages 458-460, XP000694069	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/02658

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 233020	C	NONE	
DE 225569	C	NONE	
US 4184472	A	22-01-1980	NONE
GB 2124547	A	22-02-1984	NONE
US 3651385	A	21-03-1972	JP 50007916 B 31-03-1975 DE 1947334 A 26-03-1970 FR 2018366 A 29-05-1970 GB 1277973 A 14-06-1972 NL 6914153 A 20-03-1970
DE 883875	C	NONE	
US 5580112	A	03-12-1996	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Don. e Internationale No

PCT/FR 99/02658

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B28D5/00 B25B11/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B28D B25B H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 233 020 C (F. LILIENTHAL ET AL) page 2, ligne 96 - ligne 108; figure 3	1,2,6,8, 9,11
X	DE 225 569 C (F. LILIENTHAL ET AL) page 1, ligne 35 - ligne 63; revendications 1-3	1,2,9-13
X	US 4 184 472 A (J.S.J. BENEDICTO ET AL) 22 janvier 1980 (1980-01-22) colonne 2, ligne 61 -colonne 5, ligne 5; figures	1,2,6, 8-19,23
X	GB 2 124 547 A (PENRHYN QUARRIES LTD) 22 février 1984 (1984-02-22) page 2, ligne 63 - ligne 86 page 3, ligne 56 - ligne 57 figures 1,2	11-20,23
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 février 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/03/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Moet, H

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den e Internationale No

PCT/FR 99/02658

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 3 651 385 A (I. KOBAYASHI) 21 mars 1972 (1972-03-21) colonne 2, ligne 31 - ligne 35	1, 10
A	DE 883 875 C (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG) revendications 1,2	10
A	US 5 580 112 A (D.E. LIN ET AL) 3 décembre 1996 (1996-12-03)	
A	BRUEL M ET AL: "SMART-CUT: A NEW S.O.I. MATERIAL TECHNOLOGY BASED ON HYDROGEN IMPLANTATION AND WAFER BONDING" INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID STATE DEVICES AND MATERIALS, vol. CONF. 1996, 1 janvier 1996 (1996-01-01), pages 458-460, XP000694069	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Den. Internationale No

PCT/FR 99/02658

Document brevet cité au rapport de recherche	Date d publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date d publication
DE 233020 C		AUCUN	
DE 225569 C		AUCUN	
US 4184472 A	22-01-1980	AUCUN	
GB 2124547 A	22-02-1984	AUCUN	
US 3651385 A	21-03-1972	JP 50007916 B	31-03-1975
		DE 1947334 A	26-03-1970
		FR 2018366 A	29-05-1970
		GB 1277973 A	14-06-1972
		NL 6914153 A	20-03-1970
DE 883875 C		AUCUN	
US 5580112 A	03-12-1996	AUCUN	

THIS PAGE BLANK (USPTO)